

011185650

WPI Acc No: 1997-163575/199715

Abrasive composite for grinding and polishing - based on synthetic corundum and contg. polyepoxy resin based binder, polyamine hardener and inorganic foaming agent

Patent Assignee: GORCHAKOV V A (GORC-I)

Inventor: GORCHAKOV V A; GUZEL V Z; KIRIENKO V S

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No Kind Date Applicat No Kind Date Week

RU 2064941 C1 19960810 RU 9327416 A 19930524 199715 B

Priority Applications (No Type Date): RU 9327416 A 19930524

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

RU 2064941 C1 7 C08J-005/14

Abstract (Basic): RU 2064941 C

An elastic abrasive composite comprises (pts.w.); synthetic corundum or silicon carbide 100; binder, an epoxy resin (contg. 16-22% epoxy groups) or its mixt. with nitrile rubber (contg. 2.9% carboxyl group) or polydivinylisoprene-epoxy-urethane rubber (contg. 1.9-3.1% epoxy group) 14.0-38.5; hardener, polyhydropolypropyleneamine or a mixt. of propylenamine and polyethylenepolyamide or low mol, mass amine 1-18, foaming agent, a highly water soluble solid (e.g. sodium or potassium chloride) 10.0-46.7.

The mixt. of epoxy resin and nitrile rubber can also contain a catalyst in the form of a divalent metal oxide.

USE - The composite is used for grinding and polishing materials use din instrument making.

ADVANTAGE - The composite has a density of 1600-2120 kg/m<sup>3</sup> (cf. 1290 kg/m<sup>3</sup> for prototype), a porosity of 16-32% (cf. 55.0%), a tensile strength of 3.0-6.4 MPa (cf. 1.6 MPa), and a working velocity of 30.0-40.0 m/sec. (cf. 20.0 m.sec.).

Dwg. 0/0



(19) RU (11) 2064941 (13) C1

(51) 6 C 08 J 5/14,  
B 24 D 3/32//C 08 L 63:00

Комитет Российской Федерации  
по патентам и товарным знакам

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**  
к патенту Российской Федерации

1

(21) 93027416/04 (22) 24.05.93  
(46) 10.08.96 Бюл. № 22  
(76) Горчаков Владимир Александрович,  
Гузель Валерий Зиновьевич, Кириенко  
Владимир Семенович, Смирнов Роберт  
Федорович  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР N  
325586, кл. В 24 D 3/28, 1972. 2. Патент  
США N 3510283, кл. В 24 D 1/00, опублик.  
1970. 3. Авторское свидетельство СССР N  
732333, кл. С 08 L 75/04, 1980. 4. Авторское  
свидетельство СССР N 445566, кл. В 24 D  
3/20, 1974. 5. Патент ГДР N 261930, кл. С  
08 L 63/04, опублик. 1988.  
(54) КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕН-  
ИЯ ЭЛАСТИЧНОГО АБРАЗИВНОГО ИН-  
СТРУМЕНТА  
(57) Сущность изобретения: композиция  
содержит, мас.ч.: электрокорунд или кар-  
бид кремния - 100, эпоксидную смолу с

2

содержанием эпоксидных групп 16-22%  
или ее смесь с нитрильным каучуком с  
содержанием карбоксильных групп 2,9%  
или полидивинилизопренуретановым каучу-  
ком с содержанием эпоксидных групп 1,9-  
3,1%, полиоксипропиленамин или полипро-  
пиленамин, или смесь полиоксипропилена-  
мин с полгэтиленполиамином или с низко-  
молекулярными соединениями аминного ти-  
па и быстрорастворимые в воде твердые  
соединения. В случае смеси эпоксидной  
смолы с нитрильным каучуком она содер-  
жит оксид двухвалентного металла. Инст-  
румент получают методом литья. Он имеет  
пористость 16-32%, рабочую скорость 30-  
40 м/с предел прочности при растяжении  
2,0-6,4 МПа. 1 з.п. ф-лы, 2 табл.

RU  
2064941  
C1

RU  
2064941  
C1



Изобретение относится к изготовлению эластичного абразивного инструмента, применяемого в машиностроении при шлифовании и полировании поверхностей различных материалов; радиотехнике при изготовлении печатных плат.

Известна композиция на основе полиэфирных смол [1] следующего состава, вес. %:

абразивный материал	34,0-54,0
полиэфирная смола	16,5-20,0
толуаленидиизоцианат	13,5-17,0
дигликольуретан	15,0-18,0
метакрилат калия	0,3-0,4
эмульгатор жидкий ВНИИМЖ	0,6-0,7
вода	0,1-0,15

Указанная композиция сложна по составу; изготовленный из известной композиции абразивный инструмент не обладает оптимальной эластичностью, твердостью, теплоустойчивостью и пористостью. Кроме того, полиуретаны имеют невысокую теплоустойчивость (температура их эксплуатации не превышает 100°C и абразивные изделия на основе полиуретанов в процессе работы размягчаются, изменяют свою твердость и подвержены повышенному износу, а также загрязняют шлифуемую поверхность.

Известна также композиция на основе эпокси-новолачных сополимеров [2], в которой с целью создания высокой пористости используют нетканые волокнистые маты. Композиция содержит, мас.ч.:

фенолоформальдегидная смола	47-75
эпоксидная смола	53-25
катализатор	0,5
нетканые волокнистые маты	80-450
абразивный наполнитель	150-950

Абразивный инструмент, изготовленный по данной рецептуре, отличается незначительной прочностью при растяжении ( $G_p = 0,22$  МПа), низкой рабочей скоростью, не превышающей 12 м/с, низким ресурсом, что в целом снижает производительность такого инструмента.

Высокая пористость и эластичность в абразивном инструменте, изготовленном из данной композиции, достигается за счет использования нетканых волокнистых матов, применение которых приводит к усложнению технологического процесса изготовления и неоднородной пористости инструмента.

Известна композиция, включающая абразивный материал, гидроксилсодержащую полиэфирную смолу, толуаленидиизоцианат и трисхлорометил спирт [3]. Абразивный инструмент, изготовленный по данному изобретению, обладает невысокой рабочей скоростью (ниже 15 м/с) и неоднородной пористостью,

что приводит к повышенному браку при изготовлении инструмента и повышенному расходу сырья.

Известна также композиция для изготовления абразивного инструмента, содержащая в качестве связки полиамид [4]. Приготовление такой композиции требует специального оборудования (специальные смесители), длительной термообработки по специальной программе выдержек при определенной температуре. Данная композиция не обеспечивает достаточной эластичности, пористости и износостойкости инструмента, что ограничивает его применение для зачистки поверхностей мягких металлов (например, меди и сплавов на ее основе).

Наиболее близкой по составу к предлагаемой является композиция для изготовления абразивного инструмента на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера и бутадиевнитрильного каучука [5] (прототип), содержащая, мас.ч.:

продукт сополимеризации эпоксидиановой и фенолформальдегидной новолачной смол в соотношении 1:1-1,5	100
бутадиевнитрильный каучук	30-100
газообразователь	3-10
отвердитель	0,3-0,7
стеарин	1-3
криолит	25-65
карбид кремния или электрокорунд	100-700

Процесс изготовления абразивного инструмента из такой композиции довольно сложен и включает в себя смешивание на вальцах, прокатывание на вальцах с получением ленты, вырубку из ленты заготовок с последующей термообработкой при температуре до 160°C. Абразивный инструмент, изготовленный из данной композиции, имеет невысокую рабочую скорость (до 20 м/с - применение стеарина снижает адгезионную прочность удержания зерна), отличается большим разбросом размеров пор, наличием раковин и применяется только с подачей смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на обрабатываемую поверхность; при обработке без СОЖ наблюдаются прижоги и налипания связующего на обрабатываемую поверхность.

Авторами изобретения установлено, что можно изготовить эластичный абразивный инструмент с заданным размером пор и повышенной прочностью из композиции, включающей электрокорунд или карбид кремния, полимерное связующее на основе эпоксидной смолы, в качестве первоначального "скелета" с последующим структурированием всей массы по объему.

Введение отвердителя в количестве менее 1 мас.ч. приводит к снижению механической прочности, не обеспечивающей необходимую рабочую скорость инструмента. Содержание отвердителя более 18 мас.ч. вызывает резкое снижение жизнеспособности композиции в течение возможного нарушения технологического процесса изготовления инструмента, а также ухудшение эксплуатационных свойств за счет снижения эластичности и повышения твердости инструмента.

Применение в качестве порообразователей твердых быстрорастворимых в воде соединений (полимерных органических веществ, например, гликолей, поливинилового спирта и др. или неорганических, например, солей металлов натрия, калия, меди и др.) в предлагаемых количествах позволяет увеличить механическую прочность инструмента за счет уменьшения исходной пористости, увеличения плотности инструмента и адгезионного удержания абразивного зерна. Указанные порообразователи повышают универсальность изготавливаемого инструмента, который может применяться как для работы с СОЖ (в этом случае инструмент работает как пористый, обладающий высокой полирующей способностью), так и без СОЖ (в этом случае инструмент работает как сплошной, обладающий высокой режущей способностью, что обеспечивает повышение съема металла). В процессе эксплуатации инструмента возможно увеличение или уменьшение эластичности поверхностного слоя инструмента в зависимости от применения (или неприменения) СОЖ. Скорость образования пор в поверхностном слое при эксплуатации инструмента (за счет вымывания порообразователя СОЖ или его механического разрушения) зависит от рабочей скорости инструмента, вида порообразователя и условий обработки (наличие или отсутствие СОЖ).

Содержание порообразователя выше 46,7 мас.ч. приводит к снижению механической прочности инструмента при шлифовании, ниже 10 мас.ч. не обеспечивает необходимого порообразования в процессе обработки, что приводит к более быстрому засаливанию рабочей поверхности.

Использование в качестве связки указанной эпоксидной смолы или смеси смолы с поливинилизопренэпоксиретановым или нитрильным каучуком обеспечивает удержание абразивного зерна с одной стороны и работу инструмента в режиме самозатачивания с другой.

Количество связки в композиции обусловлено удельной поверхностью вводимой твердой фазы.

Изготовление абразивного инструмента из заявляемой композиции осуществляется на стандартном оборудовании при последовательном смешивании органического связующего, порообразователя, абразивного материала, отвердителя при нормальном давлении. Полученную массу помещают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой, и проводят термообработку.

В качестве абразивного материала применяют электрокорунд или карбид кремния.

В случае применения в качестве связки смеси эпоксидной смолы с нитрильным каучуком в композицию может быть введен в качестве катализатора отвердителя оксид двухвалентного металла, например, двуокись цинка.

Примеры осуществления изобретения

1. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

поливинилизопренэпоксиретановый каучук (марка ПДИ)	33,0
эпоксидная смола (марка ЭД-20)	6,5
отвердитель (полиэтиленполиамин/полиоксипропиленамин в соотношении 3:7)	5,0
абразивный материал (марка 63С зернистость 8)	100,0
порообразователь (хлористый натрий)	46,7

В реакторе, снабженном мешалкой и обогреваемой рубашкой (температура воды, подаваемой в рубашку, равна 60°C), при нормальном давлении смешивают поливинилизопренэпоксиретановый каучук, эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 25-30 мин. Затем добавляют отвердитель, перемешивают в течение 4-6 мин и разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой. Затем проводят термообработку при температуре 120°C в течение 6 ч. Жизнеспособность композиции при 20°C - 30-60 ч. Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

2. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

эпоксидная смола (марка ЭД-20)	22,8
порообразователь (хлористый калий)	38,2
абразивный материал (марка 54С зернистость 10)	100,0
отвердитель (полиоксипропиленамин)	10,9

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающего воздуха, смешивают эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 10-15 мин. Затем при перемешивании добавляют отвердитель и перемешивают еще 3-5 мин. Жизнеспособность композиции 8-12 ч при температуре 20°C.

Приготовленную композицию разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой, затем проводят термообработку при температуре 100°C в течение 5 ч.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

3. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

эпоксидная смола (марка ЭД-16)	25,7
порообразователь (поливиниловый спирт)	21,4
абразивный материал (марка 63С зернистость 12)	100,0
отвердитель (полиоксипропиленамин/АФ-2 в соотношении 9:1)	18,0

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающего воздуха смешивают эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 15-20 мин. Затем при перемешивании добавляют отвердитель и перемешивают еще 3-5 мин.

Жизнеспособность полученной композиции 6-10 ч при температуре 20°C.

Приготовленную композицию разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой, затем проводят термообработку: нагрев до 80°C в течение 1 ч, затем нагрев и выдержка при температуре 100°C в течение 2 ч.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

4. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

эпоксидная смола (марка ЭД-20)	26,3
порообразователь (полиэтиленгликоль)	10,0
абразивный материал (марка 24А зернистость 12)	100,0
отвердитель (полиоксипропиленамин/ксилиленамин в соотношении 8:2)	16,2

В реакторе, снабженном мешалкой, смешивают эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 15-20 мин. Затем при перемешивании добавляют отвердитель и перемешивают еще 3-5 мин.

Жизнеспособность композиции 6-10 ч при температуре 20 °С.

Приготовленную композицию разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой. Затем проводят термообработку: нагрев до 80°C и выдержку в течение 2 ч, нагрев до температуры 100°C и выдержку в течение 2 ч.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

5. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

нитрильный каучук (марка СКН-10-1)	29,6
эпоксидная смола (марка ЭД-16)	8,9
абразивный материал (марка 54С зернистость 8)	100,0
порообразователь (полипропиленгликоль)	37,0
отвердитель (полиоксипропиленамин/полиэтиленполиамин в соотношении 1:9)	1,0

Приготовление композиции и термообработку проводят аналогично примеру 1.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

6. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

нитрильный каучук (марка СКН-10КТР)	20,8
эпоксидная смола (марка ЭД-20)	14,0
абразивный материал (марка 24А зернистость 20)	100,0
порообразователь (сернокислая медь)	30,1
отвердитель (полиоксипропиленамин/тиурам Д) в соотношении 2:1)	0,8

Приготовление композиции и термообработку проводят аналогично примеру 1.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

7. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

нитрильный каучук (марка СКН-10-1)	12,0
эпоксидная смола (марка ЭД-20)	30,0
порообразователь (полипропиленгликоль)	37,0
отвердитель (полиоксипропиленамин/АФ-2 в соотношении 3:1)	25,0
абразивный материал (марка 54С зернистость 8)	100,0

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающего воздуха, смешивают

вают нитрильный каучук, эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 25-30 мин. Затем добавляют отвердитель, перемешивают в течение 6-8 мин, разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой, и проводят термообработку в течение 6 ч при температуре 120°C.

Жизнеспособность полученной композиции 1-3 ч при температуре 20°C. Из-за низкой жизнеспособности массы инструмент получен неэластичный, с низкой режущей способностью. Снят с испытаний.

8. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

нитрильный каучук (марка SKH-10-1)	8,0
эпоксидная смола (марка ЭД-20)	4,0
порообразователь (полипропиленгликоль)	37,0
отвердитель (полипропиленамин)	0,5
абразивный материал (марка 54С, зернистость 8)	100,0

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающего воздуха смешивают нитрильный каучук, эпоксидную смолу, абразивный материал и порообразователь в течение 25-30 мин, добавляют отвердитель, перемешивают еще 6-8 мин и разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой. Затем проводят термообработку при температуре 120°C в течение 3 ч.

Жизнеспособность композиции 60-80 ч при температуре 20°C.

Испытания инструмента, изготовленного из данной композиции, не проводились из-за его низкой прочности.

9. Исходные компоненты берут в следующем соотношении, мас.ч.:

эпоксидная смола (марка ЭД-20)	22,8
порообразователь (хлористый калий)	55,0
отвердитель (полиоксипропиленамин)	10,9
абразивный материал (марка 54С зернистость 10)	100,0

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающей среды смешивают эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 15-20 мин. Затем добавляют отвердитель и перемешивают еще 6-8 мин. Полученную смесь разливают в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой, и проводят термообработку в течение 1 ч при температуре 80°C, далее

осуществляют нагрев до 110°C и выдержку в течение 2 ч.

Жизнеспособность композиции 8-10 ч при температуре 20°C.

Инструмент, изготовленный из данной композиции, снят с испытаний из-за низкой режущей способности.

10. Исходные компоненты берут в следующем соотношении, мас.ч.:

эпоксидная смола (марка ЭД-20)	22,8
порообразователь (полиэтиленгликоль)	7,0
отвердитель (полиоксипропиленамин)	10,9
абразивный материал (марка 54С зернистость 10)	100,0

В реакторе, снабженном мешалкой, при температуре окружающего воздуха смешивают эпоксидную смолу, порообразователь и абразивный материал в течение 25-30 мин. Затем добавляют отвердитель, перемешивают еще 6-8 мин и разливают полученную смесь в формы, предварительно смазанные антиадгезионной смазкой.

Термообработку проводят аналогично примеру 9.

Жизнеспособность композиции 8-10 ч при температуре 20°C.

Инструмент, изготовленный из данной композиции, снят с испытаний из-за высокой твердости, недостаточной эластичности и нагрева при шлифовании, результатом которого является перенос связки на обрабатываемую деталь.

11. Исходные компоненты берут в соотношении, мас.ч.:

нитрильный каучук (марка SKH-10КТР)	20,8
эпоксидная смола (марка ЭД-16)	17,5
абразивный материал (марка 24А зернистость 12)	100,0
порообразователь (сернокислая медь)	30,1
отвердитель (тиурам Д)	0,4
катализатор (оксид цинка)	0,4

Приготовление композиции и термообработку проводят аналогично примеру 1.

Свойства отвержденной композиции приведены в табл.1.

Из композиций по примерам 1-6, 11 и прототипу были изготовлены инструменты и испытаны на операции шлифования меди марки М1 (инструмент из карбида кремния) и нержавеющей стали марки 01Х18Н9Т (инструмент из электрокорунда) на станке мод. ЗД 642Е при следующих режимах: V круга - 20 м/с, V дег. - 1,6-4,0 м/мин, S поп.

$\eta = 0,1$  В,  $t = 0,02$  мм/ход. СОЖ - 5% раствор эмульсола в воде.

Физико-механические показатели полученных кругов приведены в табл.1, их эксплуатационные показатели - в табл.2.

Из примеров и таблиц 1, 2 видно, что предлагаемые композиции обладают более

высокими показателями, чем прототип, и обеспечивают получение универсального абразивного инструмента с широким диапазоном физико-механических свойств и эксплуатационных показателей.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция для изготовления эластичного абразивного инструмента, содержащая электрокорунд или карбид кремния, полимерное связующее на основе эпоксидной смолы, аминный отвердитель и порообразователь, отличающаяся тем, что в качестве полимерного связующего она содержит эпоксидную смолу с содержанием эпоксидных групп 16 - 22%, или ее смесь с нитрильным каучуком с содержанием карбоксильных групп 2,9%, или полидивинилизопреноксиуретановым каучуком с содержанием эпоксидных групп 1,9 - 3,1%, в качестве отвердителя - полиоксипропиленамин, или полипропиленамин, или смесь полиоксипропиленамин с полиэтиленполиамином, или смесь полиоксипропиленамин с низкомолекулярными соединениями аминного типа, в качестве порообразователя - быстрорастворимые в воде твердые соединения при следующем соотношении компонентов, мас.ч:

Электрокорунд или карбид кремния

100

Эпоксидная смола или ее смесь с нитрильным или полидивинилизопреноксиуретановым каучуком

14,0 - 38,5

Полиоксипропиленамин, или полипропиленамин, или смесь пропиленамин с полиэтиленполиамином или низкомолекулярными соединениями аминного типа

1 - 18

Быстрорастворимые в воде твердые соединения

10,0 - 46,7

2. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что в случае смеси эпоксидной смолы с нитрильным каучуком она дополнительно содержит в качестве катализатора - отвердителя оксид двухвалентного металла.

**Таблица 2**

Показатель	Номер примера						Прототип
	1	2	3	4	5	6	
Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	2120	1840	1750	1960	1600	2080	1290
Расчетная пористость, %	21,8	19,2	18,0	16,0	32,0	17,2	55,0
Предел прочности при растяжении, $\sigma_p$ , МПа	3,0	3,8	6,4	5,3	4,8	4,0	1,6
Относительное удлинение, $\varepsilon_p$ , %	24,0	14,0	18,0	17,0	21,0	35,0	данные отсутствуют
Предельная окружная скорость, $V_{кр}$ , м/с	46,2	52,2	65,9	56,7	68,3	48,3	38,4
Рабочая скорость, $V_{раб}$ , м/с	30,0	30,0	40,0	35,0	40,0	30,0	20,0

**Таблица 2**

Показатель	Номер примера														Прототип	
	1		2		3		4		5		6		11			
	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ	всуюю	СОЖ
Шерохова- тость обрабо- танной поверхности медь марки М1	0.388	0.162	0.448	0.323	0.456	0.383	1.24	0.614	0.212	0.082	0.718	0.396	0.892	0.486	-	0.469
	0.147	0.049	0.213	0.123	0.284	0.134	0.124	0.083	0.448	0.230	0.498	0.123	0.136	0.103	0.480	0.348
	0.07	0.06	0.06	0.04	0.05	0.04	0.08	0.06	0.06	0.05	0.08	0.07	0.09	0.07	-	0.02
нержавеющая сталь 01Х18Н9Т	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.015	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.04	0.03	0.01	0.015

П р и м е ч а н и е: исходная шероховатость поверхности  
медь марки М1  $R_3=0,8-1,0$  мм  
нержавеющая сталь 01Х18Н9Т  $R_3=0,4-0,5$  мм.



Заказ 17п

Подписное

ВНИИПИ, Рег. ЛР № 040720  
113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

---

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.  
Производственное предприятие «Патент»

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**